

地下式PCファームポンドの湧水対策について

(株)安部日鋼工業

○大村 晃慶

(株)安部日鋼工業

足立 和彦

(株)安部日鋼工業

嶋 賢三

(株)安部日鋼工業

正会員 工修

伊藤 朋紀

1. はじめに

本工事は内径68.5m、壁高6.7m、有効容量22,000m³の地下式農業用水用のPCファームポンド（以下、調整池）の新設工事である。本調整池は、富士山から16.8kmの位置にあり、伏流水の影響で地下水位が高い。PC構造の調整池は、側壁に満水時の水圧を打ち消すようにPC鋼材が配置されており、RC構造に比べ壁厚が薄く、自重を軽くすることができる。一方、降雨による地表水が現場に流れ込み、水位を上昇させ、施工中のPCタンクを浮かせた事例¹⁾が報告されており、本工事でも施工時の湧水対策が課題となった。また、供用



図-1 位置図

時においては、本調整池は農繁期が終わると全貯水が排水され、空水状態となるため、湧水による浮き上がりを考慮する必要があった。当初設計では浮き上がり対策として、底版より低い位置での暗渠排水工が計画されていたため、周辺の湧水が枯渇することが懸念された。本稿はこれらの湧水対策について紹介するものである。施工位置を図-1に示す。

2. 工事概要

昭和38年に竣工した22,000m³の堤体型調整池の堤体が老朽化しており、耐震性の不足が懸念された。とくに既設調整池には小学校や住宅が隣接していたため、早急な老朽化対策が望まれた。本工事は、既設調整池を撤去し新たに地下式PCタンクを構築する施設補修工事である。本調整池の概要を以下に示す。また、一般構造図を図-2に示す。

工事名：平成24年度 障害防止(施設補修)東富士地区中畑調整池5工事

工期：平成25年3月16～平成27年1月15日

容量：22,000m³ (内径D=68.5m, 壁高H=6.7m, 有効水深Hc=6.0m)

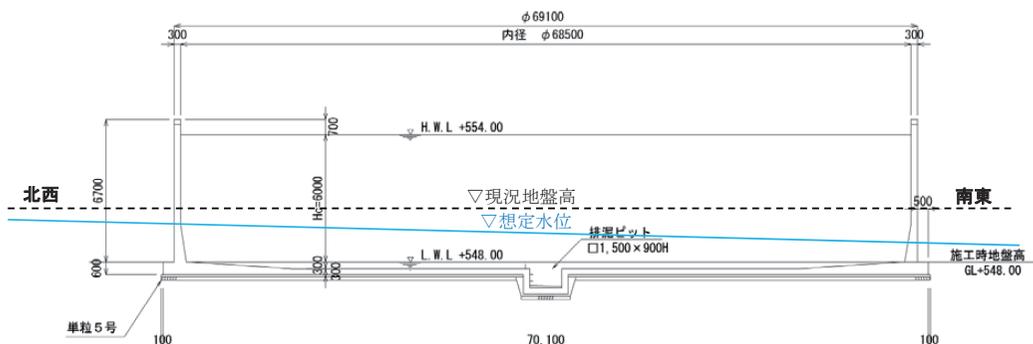


図-2 一般構造図

3. 湧水対策

3.1 施工時の対策 (地下水位低下工法)

本工事は地下水位が高く、施工にあたり湧水処理をする必要性があった。原位置試験を行ったところ、**写真-1**に示すように掘削法肩付近から湧水が確認された。また、固結した真砂土層からの階層湧水もあり、施工期間中の法面崩壊が懸念された。更に底版部よりも深い池内配管やピット部の施工においても湧水や施工中の濁水が懸念された。

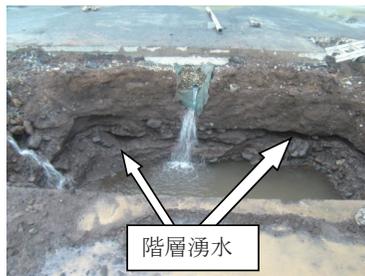


写真-1 原位置試験

当初設計では、釜場排水工が見込まれていた。釜場排水工とは、掘削部へ浸透してきた水を床付面よりやや深い集水場所に自然流下させ水中ポンプなどで外部に排出するものである。この方法は安価かつ簡易な設備で行え操作も容易であるが、湧水量が多く自立性に欠ける地盤に対しては不向きである。また、集泥除去を怠るとポンプが埋没し、機能を維持できない。以上より、原位置試験の結果を踏まえると、本工事においては釜場排水工法では排水が困難であることが予想された。

そこで新たに地下水位低下工法の検討を行った。本工事では、代表的な地下水位低下工法であるディープウェル工法とウェルポイント工法について検討した。地下水位低下工法の比較表を**表-1**に示す。ディープウェル工法は、大きな水位低下を期待できる反面、影響範囲が大きい。本工事区域は周辺が農作地帯となっていることに加え、近隣民家では、井戸を生活用水として使っている家庭も多いことから広範囲において井戸枯れをおこすことが懸念された。一方、ウェルポイント工法は、浅層における狭い影響範囲の施工が可能であり、比較的安価で、施工も容易である。よってウェルポイント工法を適用することとした。

表-1 地下水位低下工法の比較

| | コスト | 維持管理 | 影響範囲 |
|-----------|-----|------|------|
| 釜場排水工法 | ○ | × | 狭い |
| ディープウェル工法 | × | ○ | 広大 |
| ウェルポイント工法 | △ | ○ | 狭い |

※○・・・最適 △・・・適 ×・・・不適

本工事では二重管パーカッションドリルを使用して所定の深度まで先行掘削(φ135mm)を行い、ライザー管(φ40mm)を設置後、フィルター材である3号珪砂を**図-3**のようにライザー管の周囲に均等に充填した。ライザー管の埋設深度については、固結した真砂土層と未固結層が互層状に挟在しており、その深度も一定ではないことから4.30mと3.45mの交互配置とすることで、全層の湧水の集水を可能とした。設置範囲については、地下水流が北西から南東へ流れているため、**図-4**に示されるように北西側半円部(延長約160m)に、800mm間隔で設置した。一般的にウェルポイントポンプはヘッダーパイプの延長が100mを超え

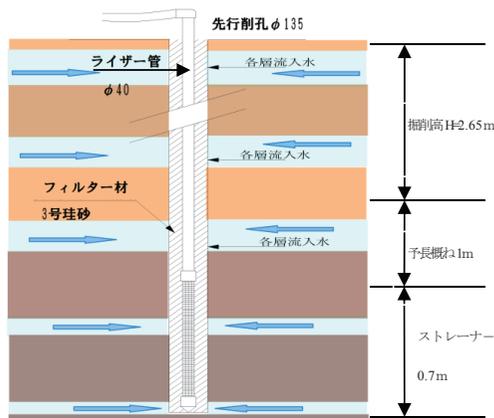


図-3 ウェルポイント設置方法

ると真空圧が低下する傾向にあるため、本工事ではポンプを2台として、電力費などの経済性も考慮して単独配管で2系統の設置とした。さらに、池内配管やピット部の周囲には、100V で利用可能な簡易型のウェルポイントポンプ (図-5) を併用した。

ウェルポイント工法により最大 1.67 t/min の排水を実施したことで、掘削作業から躯体工事に至るまで湧水もなく、安全に施工が実施でき、工程の円滑化にも反映された。また、簡易型のウェルポイントポンプを併用することにより、より柔軟に対応することができた。また、ウェルポイント運転期間中は、汲み上げた水の排水量を調整し、近隣側溝に農業用水増加を目的とする配水を行った。その結果、農繁期の既設調整池を撤去したことによる水不足を制御することができた。



図-4 ウェルポイント計画図

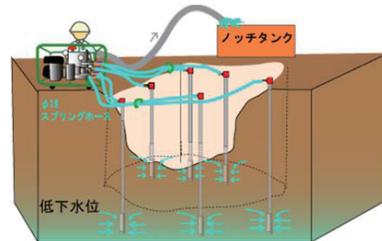


図-5 簡易ウェルポイント

3.2 供用時の対策 (暗渠排水工)

調整池築造後にウェルポイント工法による地下水排水を停止するが、復元された地下水による調整池の浮き上がりが考えられた。底版面より地下水位を下げるのが望ましいが、その場合、伏流水下流で使用されている湧水が枯渇することが懸念された。当初設計時では底版より低い位置での暗渠排水工が計画されていたため、再検討を行った。

3.2.1 限界水位の検討

調整池に働く浮力は、水面下の調整池の体積と水の単位体積重量の積から求めることができる。この浮力が調整池重量を超えない水位を限界水位とした。以下に限界水位の算出過程を示す。なお、地下水による浮力の検討は空水状態に対して行い、底版外周部の上載荷重は考慮しないものとした。

(1) 調整池重量：底版コンクリートの体積と側壁コンクリートの体積 (1,954m³) およびコンクリート単位体積重量 (24.5kN/m³) より、 $1,954 \times 24.5 = 47,873$ kN となる。

(2) 浮力：底版底面からの水位を h (m) とすると、底版面積 (3,859m²) および水の単位体積重量 (10.0kN/m³) より、 $h \times 3,859 \times 10.0 = 38,590h$ (kN) となる。

(3) 限界水位：(1)(2)より配水池重量と浮力が釣り合う水深 h は、 $47,873 \div 38,590 = 1.24$ (m) となる。

以上より、均しコンクリート天端から 1.24m (GL+548.7m) の位置が限界水位となった。この結果を踏まえて暗渠排水の管径および埋設位置、埋設標高の検討を行った。

3.2.2 暗渠排水の設定

調整池下の水位が GL+548.7m を超えないよう、暗渠排水の管径および経路の検討を行った。最大湧水量はウェルポイント工法による排水直後の揚水量実測値 1.67t/min を参考値とし、湧水量は雨量に比例すると仮定した。ウェルポイント工法による排水は2月に開始したため、当該地の2月の平均降雨量 127.9mm と、年最大である9月の平均降雨量 368.2mm の比より、最大湧水量を 4.81t/min と設定した。この湧水量に対応するため、地下水上流部に1号マンホール (内径 900mm, 深さ 1,200mm) を設

置し、これより PC タンク廻りの左右に暗渠排水管 (φ 500mm) を埋設し、下流部で緊急放流管 (φ 800) に異形十字管で接続した。暗渠計画平面図を **図-6** に示す。2 系統の暗渠排水管で排水することで、排水距離を 1 系統あたり 120m とし、排水流量の軽減化を図った。

暗渠排水管の埋設位置は、1 号マンホールの設置に必要なクリアランスや、暗渠排水管の材料である高強度ポリエチレン有孔管の曲線配置における可とう性を考慮して、調整池の外壁から 1.3m 離れた位置とした。

暗渠排水管の埋設高さは、最上流部の管頂(管内面の頂点)を限界水位 (GL+548.7m) とし、最下流部は緊急放流管の設計標高に設定した。このとき高低差は約 80cm となり、排水距離は 1 系統あたり 120m のため、0.7% 程度の勾配を確保することができた。国土交通省中部地整局道路設計要領によると暗渠排水は 0.3% 以上の勾配で流下能力を満たすと の事から²⁾、十分な性能を有すると判断できる。また、流末は緊急放流管に接続しているため、常時排水が可能である。

以上により、地下水位の上昇を制御することで湧水による浮力問題が解消された。また、地下水位を必要最低限にとどめることにより、長年使用してきた湧水も復水する見込みである。暗渠計画断面図を **図-7** に示す。

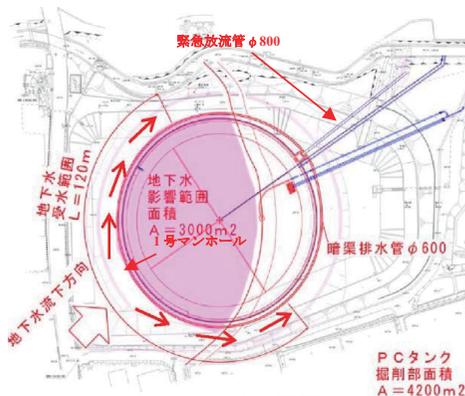


図-6 暗渠計画平面図

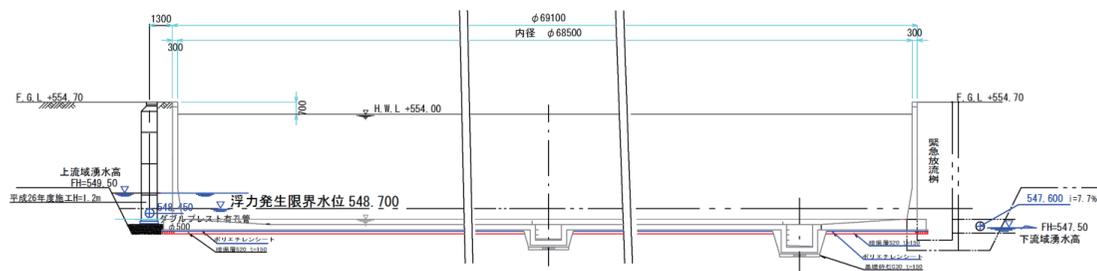


図-7 暗渠計画断面図

4. まとめ

本工事では自然を相手に見えない状況を想定して、計画し施工したものであったが、本工事に関わった皆様のご指導・協力を頂いたことにより、無事に竣工・利用開始を迎える事ができた。関係各位の方々に厚く御礼申し上げます。完成したタンクを **写真-2** に示す。最後に本稿が、類似する工事の計画・施工の一助となれば幸いです。

参考文献

- 1) 上村, 林, 下川, 仲宗根 : 浮力を用いた長円形 PC タンクの移動, 第17回シンポジウム論文集, pp. 297-300, 2008. 11
- 2) 国土交通省中部地方整備局 道路設計要領2014, 3改訂版, 第4章, 土工, 4-33



写真-2 タンク全景